

Susana Ruivo<sup>1</sup>  
Paulo Viana<sup>2</sup>  
Cristiana Martins<sup>3</sup>  
Cristina Baeta<sup>4</sup>

**Efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar. Comparação da função respiratória entre adultos e idosos saudáveis**

*Effects of aging on lung function. A comparison of lung function in healthy adults and the elderly*

Recebido para publicação/received for publication: 08.12.29  
Aceite para publicação/accepted for publication: 09.02.17

**Resumo**

**Introdução:** O sistema respiratório sofre alterações inerentes ao envelhecimento e o conhecimento dessas modificações contribui para a detecção e prevenção de disfunções respiratórias em idosos.

**Objectivo:** O objectivo deste estudo foi comparar o padrão respiratório entre adultos e idosos saudáveis, não fumadores, confrontando os valores espirométricos e de expansibilidade torácica, de forma a confirmar a acção do envelhecimento na função pulmonar.

**Metodologia:** A espirometria foi utilizada para medir as variáveis capacidade vital forçada, volume expiratório máximo ao primeiro segundo, débitos expiratórios máximos e ventilação máxima voluntária. A cirtome-

**Abstract**

**Introduction:** The respiratory system changes with age and understanding these changes helps detect and prevent respiratory dysfunctions in the elderly.

**Aims:** This study compares the respiratory pattern in healthy non-smoker adults and the elderly, using lung function testing and expansion of the chest to confirm the effects of aging on lung function.

**Methodology:** We used lung function testing to measure forced vital capacity, forced expiratory volume in one second, peak expiratory flow rate and maximum voluntary ventilation. We also measured expansion of the chest. Measurements were taken with subjects resting in the dorsal recumbent position

<sup>1</sup> Autora do projecto, ex-aluna de Cardiopneumologia na ESTSP (Escola Superior de Tecnologia de Saúde do Porto). Cardiopneumologista no Hospital de Santo António, Centro Hospitalar do Porto/Author, alum, Cardiopulmonology, ESTSP (Escola Superior de Tecnologia de Saúde do Porto), Cardiopulmonologist  
<sup>2</sup> Orientador do projecto, professor do curso de Cardiopneumologia na ESTSP e cardiopneumologista no Hospital de São João/Supervisor, Professor, Cardiopulmonology, ESTSP, Cardiopulmonologist, Hospital de São João, Porto  
<sup>3</sup> Arguente do projecto, professora do curso de Cardiopneumologia na ESTSP e cardiopneumologista no Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia, Espinho/Examiner, Professor, Cardiopulmonology, ESTSP, Cardiopulmonologist, Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia, Espinho  
<sup>4</sup> Regente da disciplina de Projecto (no âmbito da qual foi feito este projecto) e coordenadora do curso de Cardiopneumologia da ESTSP/Head of project subject area, coordinator, Cardiopulmonology, ESTSP

tria foi utilizada para medir a expansibilidade torácica. As medidas foram registadas em repouso, com os sujeitos posicionados em decúbito dorsal a 45° de inclinação do tronco. A análise estatística aplicada foi o teste *t* de Student para amostras independentes e o teste não paramétrico Mann-Whitney considerando significativo  $p < 0,05$ . Com o mesmo nível de significância, foi aplicada a análise de regressão linear e determinada a correlação entre as variáveis em estudo e a idade. Estudaram-se 35 idosos e 35 jovens/adultos. Dos primeiros, 15 eram homens (43%) e 20 mulheres (57%), consoante 16 homens (46%) e 19 mulheres (54%) no grupo dos jovens adultos. Foram recolhidas características da amostra, como idade, peso, altura, perímetro abdominal, bem como dados clínicos, para excluir fatores de enviesamento dos resultados.

**Resultados:** Para os homens e mulheres estudados, a diferença entre os dois grupos foi estatisticamente significativa, para todas as medidas avaliadas. A relação linear foi, também, significativa entre a idade e todos os parâmetros e observou-se correlação negativa e significativa. A expansibilidade torácica no género feminino revelou ser a medida mais inversamente correlacionada com a idade (60,37%). A variável espirométrica com maior diferença entre os grupos foi o débito expiratório máximo instantâneo (35,77% no género feminino e 36,17% no género masculino).

**Conclusões:** Os resultados mostraram que houve diferenças do padrão respiratório entre jovens adultos e idosos saudáveis, sugerindo que a função pulmonar é influenciada pelo envelhecimento cronológico. Em ambos os géneros, os indivíduos idosos apresentaram valores espirométricos mais baixos do que os indivíduos adultos, sendo esta diferença maior no género feminino.

**Rev Port Pneumol 2009; XV (4): 629-653**

**Palavras-chave:** Envelhecimento, função pulmonar, espirometria, cirtometria.

with upper body elevated to 45°. Statistical analysis consisted of the Student T test for independent samples, the non-parametric Mann-Whitney test with a  $p < 0.05$  level, and linear regression analysis, also with a  $p < 0.05$  level, to assess correlation between variables studied and age.

Our population consisted of 35 elderly subjects and 35 adults. 15 of the elderly subjects were male (43%) and 20 female (57%). 16 of the adult group were male (46%) and 19 female (54%). The sample was mapped in terms of age, weight, height, abdominal girth and clinical data, to exclude factors which could distort the results.

**Results:** The difference between the two study groups attained statistical significance for all parameters measured. The linear relationship was also significant between age and all parameters and a negative and significant correlation was seen. Expansion of the chest in females was the parameter most inversely correlated with age (60.37%). The lung function testing variable with the greatest difference between the groups was peak expiratory flow rate (35.77% in females and 36.17% in males).

**Conclusions:** Our results show differences in the respiratory patterns of healthy adults and the elderly, suggesting that age impacts on lung function. Both male and female elderly subjects had lower lung function testing scores than the adult subjects, with this difference more marked in females.

**Rev Port Pneumol 2009; XV (4): 629-653**

**Key-words:** Aging, lung function, lung function testing, expansion of the chest.

## Introdução

O aumento da proporção de idosos na população ocorre em todo o mundo, com mais evidência nuns países do que noutros, acarretando um aumento dos custos e gastos médico-sociais, criando problemas sociais, políticos e económicos.

O envelhecimento é um processo múltiplo e complexo de contínuas mudanças no domínio biopsicossocial ao longo da vida, desde a concepção à morte, segundo alguns autores<sup>1-3</sup>, ou após o término da fase de desenvolvimento e estabilização (fim da segunda década de vida), segundo outros<sup>4</sup>.

Do ponto de vista biológico, o processo de envelhecimento é normalmente mais rápido do que o cronológico; no entanto, por ausência de marcadores biofisiológicos, a idade cronológica será a referência neste estudo.

Pensa-se que o sistema respiratório seja o sistema do organismo que envelhece mais rapidamente devido à maior exposição a poluentes ambientais ao longo dos anos<sup>5</sup>. As mudanças que ocorrem a este nível são clinicamente relevantes porque a deterioração da função pulmonar está associada ao aumento da taxa de mortalidade e, além disso, o conhecimento das mesmas contribui para a detecção e prevenção de disfunções respiratórias em idosos. Com o envelhecimento biológico, a morfologia da parede torácica sofre várias alterações conducentes ao tórax senil e, conseqüentemente, ao pulmão senil. Ide<sup>6</sup> afirma que a perda de elasticidade é a alteração estrutural predominante no idoso, ocorrendo ainda o aumento da *compliance* pulmonar, que, no entanto, não consegue compensar a diminuição da *compliance* pulmonar. Os bronquíolos tornam-se menos resistentes, facilitando o colapso expiratório. A diminuição do número de alvéolos, devido à

## Introduction

There is a worldwide rise in the aging population, more evident in some countries than others, and this is triggering increased medico-socio costs and expenses, leading to social, political and economic difficulties.

Aging is a multifaceted, complex process hallmarked by continuous bio-psychosocial changes throughout life which some authors claim is from the cradle to the grave<sup>1-3</sup>, or which some say occur after the development and stabilisation stage<sup>4</sup> (after the second decade of life).

Aging is normally faster in terms of biology than years. That said, age in years is taken as a reference in this study in the absence of biophysiological markers. It is thought that the respiratory system is the system which ages the fastest, due to a higher degree of exposure to environmental pollutants over the years<sup>5</sup>. The changes occurring at this level are of clinical importance as lung function decline is associated to an increased mortality rate. In addition, an understanding of these changes is useful in the detection and prevention of lung dysfunctions in the elderly.

Biological aging is responsible for a series of changes in the chest wall which in turn lead to senile thorax and senile lung. Ide<sup>6</sup> states that the loss of elasticity is the main structural change that age brings, along with increased lung compliance which cannot make up for the decrease in pulmonary compliance, however. The bronchi become less resistant, which facilitates expiratory collapse. The decreased number of alveoli caused by the rupture of the interalveolar septa and consequent alveolar fusion

ruptura dos septos interalveolares e consequente fusão alveolar, é também evidente, condicionando diminuição da superfície total respiratória<sup>6,7</sup>, aumento do volume residual e *compliance* pulmonar.

A função pulmonar é afectada pelas alterações referidas, com deterioração das medidas estáticas e dinâmicas<sup>7</sup>. A capacidade vital (CV) sofre, geralmente, uma redução de quase 25% ou 40%, segundo alguns autores<sup>1-2,5-6</sup>, a porção inicial da expiração (DEMI) permanece praticamente constante ou sofre apenas uma ligeira diminuição<sup>6</sup>, o volume expiratório máximo ao primeiro segundo (VEMS) diminui claramente a uma taxa que depende do género e da idade<sup>8</sup> e a razão VEMS/CVF (índice de Tiffeneau) cai progressivamente com o aumento da idade, estimando-se 73% aos 65 anos<sup>5</sup> (já que o declínio da capacidade vital forçada (CVF) com a idade é um pouco menor do que o declínio do VEMS). Mais acentuadamente que qualquer outro parâmetro, a ventilação máxima voluntária (VMV) diminui<sup>6</sup>.

As alterações corporais, ditadas pelo avançar dos anos, provocam alterações pulmonares e, portanto, é importante serem avaliadas. O peso corporal e a estatura sofrem alterações que acompanham o envelhecimento e que condicionam a *performance* respiratória do idoso: a diminuição da altura<sup>5</sup>, a substituição do músculo por tecido adiposo, sobretudo à volta do perímetro abdominal<sup>9-12</sup>, as mudanças do IMC (índice de massa corporal) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )<sup>9-12</sup>. Além disso, a malnutrição frequentemente conduz à fraqueza dos músculos respiratória e músculos mais susceptíveis a fadiga e, portanto, a alterações na mecânica pulmonar. Estudos provam<sup>5</sup> que também o género influencia o envelhecimento pulmonar. Além disso, a incidência de factores que influenciam

is also evident. This leads to a decrease in the total respiratory surface<sup>6,7</sup>, and an increase in residual volume and lung compliance.

These changes impact on lung function; static and dynamic measurements fall<sup>7</sup>. Vital capacity (VC) is generally decreased almost 25% or 40%, according to several authors<sup>1-2,5-6</sup>; the initial expiratory portion (PEFR) is practically unchanged or decreases only slightly<sup>6</sup>; the forced expiratory volume in one second (FEV1) clearly drops at a rate depending on gender and age<sup>8</sup> and the FEV1/FVC ratio (Tiffeneau index) drops progressively with age, put at 73% at 65 years old<sup>5</sup> (with the age-decreased FVC slightly less than the FEV1 drop). The decreased maximum voluntary ventilation (MVV) is the parameter which changes the most<sup>6</sup>.

The bodily changes consequent on age lead to lung function changes and so should be measured. Weight and height are affected by age, and loss of height<sup>5</sup>, muscle mass changing to adipose tissue, especially around the abdomen<sup>9-12</sup> and change in body mass index (BMI) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )<sup>9-12</sup> impact on the lung performance of the elderly. Further, poor dietary habits frequently lead to weak respiratory muscles and muscles more susceptible to fatigue and thus changes in the pulmonary mechanism.

Studies have shown<sup>5</sup> that gender also plays a part in aging of the lung. Further, the incidence of factors impacting on lung function and the aging process differs depending on gender.

The pulmonary system affects and is affected by lack of mobility. Studies show<sup>5</sup> that elderly people who exercise have better lung capacity (greater total lung capacity [TLC],

a função pulmonar e o processo de envelhecimento é diferente consoante o género.

O sistema pulmonar também afecta e é afectado pela imobilidade. Estudos comprovam<sup>5</sup> que idosos que realizam exercício físico apresentam melhor capacidade funcional (CPT, VMV e CV maiores) do que idosos sedentários. Achados relacionados a parâmetros espirométricos revelam que a prática de actividade física regular pode retardar o declínio da função pulmonar relacionada com o envelhecimento<sup>6,13</sup>.

Alterações pulmonares nos idosos podem também ser resultado de patologias a outro nível. Doenças cardiovasculares, deformações ósseas do tórax, doenças articulares, lesões do sistema nervoso central e periférico e também cirurgias abdominais e torácicas podem ter como complicação clinicofuncional distúrbios pulmonares. Ainda perturbações metabólicas, como acidose, diabetes *mellitus* e uremia, podem ter como complicação alterações pulmonares. Estas doenças e as pulmonares, mesmo as antigas, fazem com que as alterações degenerativas do sistema respiratório adquiram maior expressividade.

Sendo, portanto, o processo de envelhecimento resultado da interacção entre múltiplas influências externas e internas, é necessário distinguir entre os efeitos inerentes ao próprio envelhecimento e os efeitos aditivos de influências externas, que o antecipam ou retardam. Quando é avaliada a função pulmonar do idoso torna-se, assim, necessário discriminar o que é causa do envelhecimento biológico (senescência), a causa patológica (senilidade), ou determinado por outros factores não patológico, as tais influências externas, ou se se trata de uma associação.

O objectivo desta pesquisa é avaliar, através de um estudo experimental prospectivo e trans-

maximum voluntary ventilation [MVV and VC) than the sedentary elderly. Lung function testing shows that undertaking regular exercise can slow the age-related decline in lung function<sup>6,13</sup>.

Lung function changes in the elderly could stem from different pathologies; cardiovascular disease, bone deformations of the thorax, diseases of the joints and central and peripheral nervous system damage could also bring about clinical-functional lung disorders, just as metabolic imbalances such as acidosis, diabetes *mellitus* and uraemia could result in lung abnormalities. These, and lung diseases, even long standing ones, impact on degenerative changes to lung function.

As the aging process is the result of the interplay between a host of external and internal influences, we have to distinguish between the effects which are part of aging *per se* and the additional effects wrought by outside influences, which may bring it on or delay it. In measuring lung function in the elderly we must discriminate that which is a result of biological aging (senescence), a pathological cause (senility), or the result of non-pathological factors, external influences, or an association of these.

Our research aims to assess the impact of aging on lung function, using a transversal and prospective experimental study. We measured the differences in FVC, FEV1, PEF, PEF25-75, MVV and expansion of the chest in healthy adults and the elderly. We sought to determine the impact aging has on lung function, or, put another way, if lung function variables and expansion of the chest decrease as age advances.



versal, o impacto da idade cronológica na função respiratória. Para isso, foram analisadas as diferenças da CFE, VEMS, DEMI, DEM25-75 e VMV e da expansibilidade torácica, em indivíduos jovens adultos e em idosos saudáveis. A hipótese de investigação é: a idade influencia a função respiratória, ou seja, as variáveis espirométricas e a medida de expansibilidade torácica diminuem com o avançar da idade.

## Material e métodos

### População e amostra

Deste estudo fazem parte indivíduos do género masculino e feminino, não fumadores, com idades compreendidas entre os 20 (idade limite de amadurecimento do sistema respiratório segundo James Goodwin<sup>14</sup>) e 45 anos (para uma melhor comparação com estudos análogos anteriormente realizados) e superior a 65 anos (limite de idade da definição de idoso segundo a OMS), formando assim dois grupos, os jovens adultos e os idosos saudáveis, respectivamente. No grupo dos idosos, 15 são do género masculino e 20 do feminino. No grupo dos jovens adultos, 16 são do género masculino e 19 do feminino.

Relativamente ao conceito “saudável” usado, o mesmo adquire neste estudo um significado ligeiramente diferente do definido pela OMS (bem-estar físico, psíquico e social, acrescentando-se a autonomia e a independência como bons indicadores de saúde na população idosa). No âmbito do presente estudo, pretendendo conclusões fidedignas, considerou-se idoso saudável aquele livre, não só de patologia pulmonar, mas também de patologia cardiovascular, osteomioarticular e neural, doenças metabólicas, por estas, mesmo sob controlo terapêutico, poderem ter complica-

## Subjects and methods

### Population and sample

We studied male and female non-smokers aged 20 (the age limit for the maturation of the respiratory system according to James Goodwin<sup>14</sup>) to 45 years old (for a better comparison with similar prior studies) and aged over 65 years old, the age limit for ‘elderly’ as defined by the World Health Organization (WHO). This made two groups, an adult and an elderly one. Fifteen of the elderly group were male and 20 female. Sixteen of the adult group were male and 19 female.

We used the word ‘healthy’ (above) in a slightly different sense to that defined by the WHO; physical, mental and social well-being plus autonomy and independence as good indicators of health in the elderly. Seeking viable conclusions, we considered a healthy elderly person one with no pulmonary, cardiovascular, osteoarticular or neural pathology, or metabolic disease, as even if managed, these could impact on lung clinical-functioning.

Patients could have other pathologies if these did not cause functional dependency in the patient or accelerate the degenerative lung changes. We extended this concept of ‘healthy’ to the adults studied.

### Method

We used a questionnaire to select healthy subjects for the two groups (Appendix I). This assessed patients’ clinical history (in a simplified form) and asked about their personal data, habits, lifestyle and family history to include or exclude them from the study in line with the variables listed as ‘par-

ção clinicofuncional pulmonar. Em relação às demais patologias, estas podiam existir, desde que não causassem dependência funcional no indivíduo e não acelerassem as alterações degenerativas pulmonares. Estes critérios de saúde estenderam-se também aos indivíduos jovens do estudo.

### Método

Com o objectivo de seleccionar os indivíduos para constituição dos grupos a estudar, os mesmos foram submetidos a um questionário (Anexo I) de forma a avaliar a sua história clínica (forma simplificada), inquiri-los sobre os seus dados pessoais, hábitos/estilo de vida, história familiar e, assim, incluí-los ou excluí-los do estudo, de acordo com as variáveis já descritas como “parasitas” do processo de envelhecimento e função pulmonar. O questionário referido não requereu validação, em virtude de se destinar apenas ao enquadramento dos indivíduos na pesquisa.

Após verificar o perfeito enquadramento dos sujeitos nos critérios de inclusão através da análise do questionário, os mesmos realizaram espirometria (cumprindo o protocolo padronizado pela *American Thoracic Society*<sup>15</sup> e respeitando todos os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade) e cirrometria (avaliação da expansibilidade torácica). O espirómetro usado foi o espirómetro portátil da Micromedical – Microlab V1.234.

### Análise estatística

Os parâmetros espirométricos (CVF, VEMS, DEMI, DEM25-75, VMV) e a expansibilidade torácica foram estudados nos dois grupos, separadamente por género, ou seja, os jovens masculinos foram comparados, relativamente

asites’ in the aging process and lung function. The questionnaire did not need validating as it was only aimed at sorting the research subjects.

Once the subjects had been sorted, they underwent lung function testing, in line with American Thoracic Society<sup>15</sup> guidelines and following acceptability and reproducibility criteria, and also expansion of the chest measurement. We used the Micromedical – Microlab V1.234 portable spirometer for the lung function testing.

### Statistical analysis

Lung function parameters (FVC, FEV1, PEF, PEF25-75, MVV) and expansion of the chest were studied in both groups as to gender, meaning the adult males were compared with the elderly males and the adult females with the elderly females. We used the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 12.0 for statistical analysis. FVC and MVV results were compared in males of both groups using the non-parametric Mann-Whitney test, as the distribution was abnormal. The test was used to see if distribution of the lung function variables differed between the adult and the elderly male groups.

Results of the remaining lung function tests and expansion of the chest had a normal distribution and so were compared between groups using the Student T test for independent samples. FVC and MVV results were also compared in adult and elderly females using this latter test. We used this statistical test to assess if the mean of each parameter in the adult population was higher than the mean of the same parameter in the

a estes parâmetros, com os idosos também do género masculino, e os jovens do género feminino com os idosos do mesmo género. A análise estatística foi efectuada com o programa Statistical Package for Social Sciences – versão 12.0 (SPSS). A comparação da CVF e da VMV entre os dois grupos (jovens adultos e idosos) no género masculino, foi realizada com o teste não paramétrico Mann-Whitney, por a sua distribuição não ser normal. Utilizou-se este teste para verificar se, no género masculino, a distribuição das variáveis espirométricas referidas é diferente no grupo dos idosos e dos jovens. As restantes variáveis espirométricas e a medida de expansibilidade torácica, por seguirem distribuições normais, foram comparadas entre cada um dos grupos, para cada um dos géneros, recorrendo ao teste *t* de *Student* para amostras independentes. A comparação da CVF e da VMV entre idosos e jovens do género feminino foi também realizada recorrendo ao mesmo teste paramétrico. Utilizou-se este teste estatístico para avaliar se a média de cada parâmetro na população dos jovens é superior à média do mesmo parâmetro na população dos idosos, separadamente por géneros. Foi, ainda, avaliada a existência de relação linear significativa entre a idade e cada um dos parâmetros espirométricos estudados e a medida de expansibilidade torácica, e nos casos afirmativos a natureza e grau da correlação existente. As mesmas variáveis foram expressas em média±desvio-padrão, nos diferentes grupos e para ambos géneros.

Para este estudo foi considerado estatisticamente significativo o valor  $p < 0,05$ .

### Questões éticas

Os padrões éticos segundo a Declaração de Helsínquia (Edimburgo 2000)<sup>16</sup> foram, nes-

elderly population, separating males from females.

Further, we assessed any significant linear regression between age and each lung function test parameter and mean expansion of the chest and the nature and degree of any existing correlation. These variables were given as mean±standard deviation for both groups and both genders. We considered  $p < 0.05$  as statistically significant in this study.

### Ethical questions

We followed the Helsinki Declaration ethical principles (Edinburgh 2000)<sup>16</sup> rigorously in this research.

The subjects who took part were informed as to the study's aims and procedures verbally and in writing (Appendix II), and they then gave their signed written consent to participate (Appendix III). The study obeyed confidentiality norms, not identifying participants by name to negate any risk for them.

### Results

Seventy individuals took part in our study, 35 elderly (50%) and 35 adults (50%). Twenty of the 35 elderly subjects were female (57%) and 15 male (43%). Nineteen of the 35 adults were female (54%) and 16 male (46%). All subjects underwent lung function testing and expansion of the chest measurement during October-November 2007.

Table I shows the baseline characteristics – age, height, weight, BMI and abdominal girth (A.G) – of the two groups separated by gender.



te projecto de investigação, seguidos rigorosamente.

Os indivíduos que participaram no estudo tiveram conhecimento do mesmo: objectivos e procedimentos foram-lhe comunicados verbalmente e por escrito (Anexo II), após o qual, mediante o seu acordo, assinaram o consentimento de participarem no mesmo (Anexo III). O estudo obedeceu deontologicamente a todos os cuidados de sigilo, bem como a preservação de nomes e dados referentes a cada interveniente, não existindo, desta forma, qualquer risco acrescido para os indivíduos em questão.

## Resultados

Do estudo fizeram parte um total de 70 indivíduos, dos quais 35 são idosos (50%) e 35 jovens adultos (50%). Dos 35 idosos, 20 eram do género feminino (57%) e 15 do género masculino (43%). Dos 35 jovens adultos, 19 eram do género feminino (54%) e 16 do masculino (46%). Todos os indivíduos realizaram espirometria e cirtometria, o que ocorreu durante os meses de Outubro e Novembro de 2007.

O Quadro I mostra as características basais das duas amostras separadamente por género, relativamente à idade, à altura, ao peso corporal, IMC e aos perímetro abdominal (PA). Globalmente, independentemente dos géneros, a média das idades no grupo dos jovens adultos foi de  $27,77 \pm 7,79$  (a idade variou entre 20 e 45) e no grupo dos idosos foi de  $76,97 \pm 7,71$  (a idade variou entre 65 e 99). A média das idades no grupo dos jovens adultos para o género masculino foi de  $27,38 \pm 7,52$  (a idade variou entre 20 e 44) e para o género feminino de  $28,11 \pm 8,14$  (a idade variou entre 21 e 45); no grupo dos idosos, a média

Overall and independent of gender, mean age in the adult group was  $27.77 \pm 7.79$  (range 20-45 years old) and in the elderly group  $76.97 \pm 7.71$  (range 65-99 years old). Mean age in the male adult group was  $27.38 \pm 7.52$  (range 20-44 years old) and in the female adult group  $28.11 \pm 8.14$  (range 21-45 years old). Mean age in the male elderly group was  $74.47 \pm 5.78$  (range 65-85 years old) and in the female elderly group  $78.85 \pm 8.54$  (range 65-99 years old).

Table II shows the mean and standard deviation results of the lung function variables studied and mean expansion of the chest measurement of the two groups separated by gender.

The studies performed show the difference in the distribution of the MVV and FVC variable in males; for both groups it attained significance with  $p < 0.05$ . The difference in the means of the same variables was significant for the level set in females in both groups. The difference in mean FEV1, PEFr and PEF25-75 in males and females in both groups was significant for the level set. The difference in mean expansion of the chest in both groups was also statistically significant in both genders.

Table III shows the coefficient of determination ( $R^2$ ) in % in the inverse significant linear correlation found between age and all variables studied in both genders.

## Discussion and conclusions

Our results show differences in the respiratory patterns of healthy adult and elderly subjects, suggesting that age impacts on lung function.

The literature describes an overall age-related decline in static and dynamic perfor-

**Quadro I** – Características basais dos indivíduos participantes no estudo.

Género feminino (n=39)						
	Grupo dos jovens adultos (n=19)			Grupo dos idosos (n=20)		
	Média±desvio padrão	Mínimo	Máximo	Média±desvio padrão	Mínimo	Máximo
Idade	28,11±8,14	21	45	78,85±8,54	65	99
Altura	1,61±0,077	1,50	1,78	1,55±0,062	1,45	1,70
Peso	60,84±7,58	48	78	61,12±8,36	45	79
Imc	23,45±3,24	18,75	29,36	25,62±3,67	19,03	32,89
PA	76,68±7,78	65	96	100,80±10,80	68	119

  

Género masculino (n=31)						
	Grupo dos jovens adultos (n=16)			Grupo dos idosos (n=15)		
	Média±desvio padrão	Mínimo	Máximo	Média±desvio padrão	Mínimo	Máximo
Idade	27,38±7,52	20	44	74,47±5,78	65	85
Altura	1,78±0,07	1,63	1,94	1,65±0,059	1,53	1,74
Peso	79,88±8,01	67	103	68,47±9,72	52	85
Imc	25,21±2,78	22,41	34,02	25,13±2,97	18,65	29,76
PA	92,31±6,90	81	109	100,53±9,05	82	115

IMC = índice de massa corporal; PA = perímetro abdominal

**Table I** – Baseline characteristics of study subjects

Females (n=39)						
	Adults (n=19)			Elderly (n=20)		
	mean±standard deviation	Minimum	Maximum	mean±standard deviation	Minimum	Maximum
Age	2811±814	21	45	7885±854	65	99
Height	161±0077	150	178	155±0062	145	170
Weight	6084±758	48	78	6112±836	45	79
BMI	2345±324	1875	2936	2562±367	1903	3289
AG	7668±778	65	96	10080±1080	68	119

  

Males (n=31)						
	Adults (n=16)			Elderly (n=15)		
	mean±standard deviation	Minimum	Maximum	mean±standard deviation	Minimum	Maximum
Age	2738±752	20	44	7447±578	65	85
Height	178±007	163	194	165±0059	153	174
Weight	7988±801	67	103	6847±972	52	85
BMI	2521±278	2241	3402	2513±297	1865	2976
AG	9231±690	81	109	10053±905	82	115

BMI = body mass index; AG = abdominal girth

das idades no género masculino foi de  $74,47 \pm 5,78$  (a idade variou entre 65 e 85) e no género feminino de  $78,85 \pm 8,54$  (a idade variou entre 65 e 99).

No Quadro II encontram-se a média e desvio-padrão das variáveis espirométricas estudadas e da medida de expansibilidade torácica, para cada uma das amostras, separadamente por género.

Os estudos efectuados demonstraram que a diferença entre a distribuição da variável VMV e a CVF dos indivíduos masculinos, para os dois grupos estudados, foi significativa com  $p < 0,05$ . A diferença entre as médias das mesmas variáveis foi significativa, para o nível

maneira medida em testes de função pulmonar. O nosso estudo também mostrou uma significativa correlação inversa linear entre a idade e os parâmetros medidos, estimando que a idade leva a uma diminuição das medidas avaliadas (FEV1, FVC, PEFr, PEF25-75, MVV e expansão do tórax).

Os testes estatísticos utilizados, o teste de Mann-Whitney e o teste T de Student para amostras independentes, mostram diferenças na função pulmonar de ambos os grupos de idade. Tomando  $R^2 > 70\%$  como uma forte relação linear, como é normalmente considerado na ciência da saúde, os resultados (Tabela III) mostram uma fraca correlação linear entre as variáveis. Estimamos que a

**Quadro II** – Descrição das variáveis espirométricas e da medida de expansibilidade torácica ajustada por idade e género

	Género feminino (n=39)		Género masculino (n=31)	
	Jovens/adultos (n=19)	Idosos (n=20)	Jovens/adultos (n=16)	Idosos (n=15)
Exp. Tor.	$6,79 \pm 2,44^1$	$1,80 \pm 1,58$	$5,94 \pm 2,57$	$2,60 \pm 1,84$
CVF	$95,11 \pm 11,05$	$66,70 \pm 31,04$	$88,69 \pm 13,09$	$70,60 \pm 29,11$
VEMS	$96,79 \pm 9,35$	$66,35 \pm 30,22$	$89,63 \pm 18,13$	$70,00 \pm 25,56$
DEMI	$81,37 \pm 16,51$	$45,60 \pm 28,09$	$83,44 \pm 25,82$	$47,27 \pm 23,33$
DEM25-75	$89,32 \pm 10,47$	$55,15 \pm 35,72$	$86,25 \pm 30,17$	$54,87 \pm 23,46$
VMV	$96,79 \pm 9,18$	$64,40 \pm 28,83$	$89,63 \pm 18,14$	$71,07 \pm 23,59$

<sup>1</sup> média ± desvio-padrão

Exp. Tor. = expansibilidade torácica; VEMS = volume expiratório máximo ao primeiro segundo; CVF = capacidade vital forçada; DEMI = débito expiratório máximo instantâneo; DEM25-75 = débito expiratório máximo entre 25 e 75% da capacidade vital; VMV = ventilação máxima voluntária

**Table II** – Lung function variables and mean expansion of the chest measurement adjusted for age and gender

	Females (n=39)		Males (n=31)	
	Adults (n=19)	Elderly (n=20)	Adults (n=16)	Elderly (n=15)
Exp. Chest	$6.79 \pm 2.44^1$	$1.80 \pm 1.58$	$5.94 \pm 2.57$	$2.60 \pm 1.84$
FVC	$95.11 \pm 11.05$	$66.70 \pm 31.04$	$88.69 \pm 13.09$	$70.60 \pm 29.11$
FEV1	$96.79 \pm 9.35$	$66.35 \pm 30.22$	$89.63 \pm 18.13$	$70.00 \pm 25.56$
PEFR	$81.37 \pm 16.51$	$45.60 \pm 28.09$	$83.44 \pm 25.82$	$47.27 \pm 23.33$
PER25-75	$89.32 \pm 10.47$	$55.15 \pm 35.72$	$86.25 \pm 30.17$	$54.87 \pm 23.46$
MVV	$96.79 \pm 9.18$	$64.40 \pm 28.83$	$89.63 \pm 18.14$	$71.07 \pm 23.59$

<sup>1</sup> mean ± standard deviation

Abbreviations: Exp. Chest = Expansion of the chest; FEV1 = Forced expiratory volume in the first second; FVC = Forced vital capacity; PEFr = Peak expiratory flow rate; PEF25-75 = Peak expiratory flow between 25-75% of vital capacity; MVV = Maximum voluntary ventilation

de significância considerado, entre as mulheres dos dois grupos. A diferença da média do VEMS, do DEMI e do DEM25-75 dos homens e das mulheres, para os dois grupos etários, foi, para o nível de significância do estudo, considerada estatisticamente significativa. Em relação à medida de expansibilidade torácica, a diferença entre a sua média nos dois grupos foi também estatisticamente significativa, para ambos os géneros.

No Quadro III estão expressos os coeficientes de determinação ( $R^2$ ), em %, existentes na relação linear significativa inversa encontrada entre a idade e todas as variáveis em estudo, em ambos os géneros.

### Discussão e conclusão

Os resultados mostraram que houve diferença do padrão respiratório entre idosos e jovens saudáveis, sugerindo que o processo de envelhecimento do sistema respiratório na população estudada provocou grande impacto nos parâmetros analisados.

A literatura aponta, em geral, para uma deterioração das medidas estáticas e dinâmicas da função pulmonar com a idade. De facto, também este estudo revelou uma relação linear inversa significativa entre a idade e os

age variable explains an average of 20-30% (mean 28%) of the variability of the lung function parameters in females. Expansion of the chest in females showed a 60% correlation with age. This was the tightest correlations seen, very close to the abovementioned minimum limit of 70%. This correlation was only around 46% in males. The results prove the abovementioned rigidity of the chest accompanies age, but not in the same way in both males and females. In terms of other studies, we mention the Belini<sup>5</sup> study which evaluated respiratory muscular force in elderly subjects enrolled on two respiratory exercise programmes. The study showed that expansion of the chest was greater in males than females, with the expected measurement in a normal adult male around 5 cm and 2.5 cm or more in adult females. The study further showed that expansion of the chest increased from the age of 11-34, after which it began to drop slowly to around 2.5 in individuals aged over 74 years old. Our study showed female adults presented greater expansion of the chest than male adults and that mean expansion of the chest was greater in male than female elderly subjects (2.60 and 1.80 in turn). Age-related decline in expansion of

**Quadro III** – Correlação entre a idade e as medidas espirométricas e de expansibilidade torácica

	Feminino	Masculino
Exp. torácica	60,37 <sup>2</sup>	46,10
CVF	23,14	14,29
VEMS	24,50	15,52
DEMI	32,04	34,22
DEM25-75	20,34	24,01
VMV	28,09	24,21

Valor prova significativo:  $p < 0,05$

<sup>2</sup>  $R^2$

Para definição das abreviaturas, ver Quadro II

**Table III** – Correlation between age and mean lung function tests and expansion of the chest measurement

	Females	Males
Exp. chest	60.37 <sup>2</sup>	46.10
FVC	23.14	14.29
FEV1	24.50	15.52
PEFR	32.04	34.22
PEF25-75	20.34	24.01
MVV	28.09	24.21

Significance =  $(p) < 0,05$

<sup>2</sup>  $R^2$

For abbreviations, see Table II

parâmetros pulmonares avaliados: estima-se que o aumento da idade conduza a uma diminuição das medidas avaliadas (VEMS, CVF, DEMI, DEM25-75, VMV e expansibilidade torácica).

Os testes estatísticos aplicados, teste Mann Whitney e teste *t* de *Student* para amostras independentes, revelaram diferenças pulmonares entre os dois grupos etários. No entanto, considerando relação linear forte  $R^2 > 70\%$ , normalmente assim considerado em ciências da saúde, os resultados (Quadro III) demonstram a existência de relação linear fraca entre as variáveis. Estimou-se que a variabilidade da idade explica, em média, cerca de 20-30% (média de 28%) da variabilidade dos parâmetros espirométricos, no género feminino. Já a expansibilidade torácica no mesmo género, revelou correlação com a idade na ordem dos 60%, correlação mais forte encontrada, muito próxima do limite mínimo de 70% referido. No género masculino, esta relação foi apenas de cerca de 46%. Ainda assim, estes resultados comprovam a rigidez torácica referida como acompanhante do envelhecimento, mas de forma desigual, entre os géneros.

Quanto a outros trabalhos realizados, salienta-se o efectuado por Belini<sup>(5)</sup>, no qual se avaliou a força muscular respiratória em idosos submetidos a dois protocolos de cinioterapia respiratória. Neste estudo foi referido que a expansibilidade torácica é maior em homens do que em mulheres e que o valor esperado num homem adulto normal é de cerca de 5 cm e de 2,5 cm ou mais em indivíduos do género feminino; afirmava ainda que a mesma aumenta dos 11 aos 34 anos, a partir do qual começa a decair lentamente até cerca de 2,5 em indivíduos maiores de 74 anos. No presente es-

the chest was greater in females, with the difference between the female groups 4.99 and the males 3.34.

The diminished expansion of the chest thus partly explains the reduced FVC also seen in our study; FVC is an index of the thorax-pulmonary system's distension capacity. It is also a reflection of respiratory muscular strength, something not assessed in this study but which normally decreases with age. The reduction was 28.41% in females. This mean FVC difference between adults and the elderly agrees with Couto's results<sup>4</sup>, with the same difference less in males (18.09%). Ide<sup>6</sup> shows that females present a lower FVC in relation to age and height, but we only saw this in the elderly group, however. He also claimed that decline in VC was similar in males and females, but we found a gender difference of over 10%. The estimated inverse linear correlation between age and this lung function parameter was weaker in males than females, with a gender difference of 8.85%.

We found a mean FEV1 drop of 30.44% in female elderly subjects as compared to female adults. The drop was only 19.63% in male elderly subjects. This parameter also correlated inversely with age in females; around 25% as opposed to 16% in males. These abnormalities show the airway obstruction typically found in the elderly.

We found that the PEFV dropped with age in both genders, compatible with decreased expansion of the chest (or, put another way, with increased rigidity of the chest) and decreased FEV1, or, in other words, with diminished FEV1 compliance. The drop in this parameter (it is the lung function test which depends the most on patient compliance) was very similar in both



tudo, no entanto, no género feminino os indivíduos jovens apresentaram expansibilidade torácica superior ao dos indivíduos masculinos, da mesma faixa etária. Já a favor deste estudo está a média deste parâmetro aumentada nos idosos masculinos em comparação com a das mulheres (2,60 e 1,80 respectivamente). O declínio da expansibilidade torácica com a idade foi maior entre indivíduos do género feminino (a diferença entre os grupos no género feminino foi de 4,99 e de 3,34 no masculino).

A diminuição da expansibilidade torácica encontrada explica assim, em parte, a redução da CVF também confirmada neste estudo, já que esta é “índice” da capacidade de distensão do sistema toracopulmonar (e, também, resultado da força muscular respiratória, não avaliada neste estudo, mas que se prevê diminuir com a idade cronológica). A redução foi de 28,41% no género feminino. Esta diferença média entre jovens adultos e idosos do valor de CVF está de acordo com o definido por Couto<sup>4</sup>, ainda que a mesma diferença seja menor nos indivíduos homens (18,09%). Ide<sup>6</sup>, no seu estudo, defendia que as mulheres apresentam uma capacidade vital menor em relação à idade (e altura); no entanto, constatámos isso apenas no grupo dos idosos. Defendeu ainda que o declínio da capacidade vital era semelhante em homens e mulheres, embora tenhamos assistido a uma diferença de mais de 10% entre os géneros. A relação linear inversa estimada entre a idade e este parâmetro da mecânica pulmonar foi mais fraca no género masculino do que no feminino (uma diferença de 8,85% entre os géneros).

No presente estudo, verificou-se uma diminuição média de 30,44% do VEMS nos idosos femininos em relação aos seus semelhantes jovens adultos.

genders; 35.77% in females and 36.17% in males. This probably rules out patient non-compliance as a factor impacting on the results. In addition, the degree of PEFr correlation with age was around the same in both genders. This parameter was the lung function test variable with the greatest difference between the groups in both genders, far from the stabilisation or slight reduction seen by Ide<sup>6</sup>.

The PEF<sub>25-75</sub> drop was around 30% in both males and females of the same age group, with the age-related correlation slightly greater in males. These results again show the decrease in the mean diameter of the smaller airway.

We found a greater MVV in the adult groups than the elderly in males and females, showing that increased age thus causes a drop in MVV. MVV decreased more with age in females, although the correlation was not particularly strong in either gender, as abovementioned (28.09% in females and 24.21% in males). This drop, greater in females, is compatible with the decrease in thoracic compliance which in part caused it and is very close to the 30% decrease seen by Ide<sup>6</sup> (32.39% in females and 18.56% in males).

We found that in general females presented static and dynamic lung function measurements which showed a greater decline with age and which correlated more tightly with it. The mean lung function parameter correlation in females was 25.62% and in males 22.45%; a mean difference of 3.17%. The mean reduction in lung function parameters between the two samples was 32.24% in females and 24.77% in males. Age-related correlation in expansion of the chest was also greater in fe-

Esta descida foi apenas de 19,63% nos homens idosos. Também este parâmetro se revelou mais correlacionado inversamente com a idade no género feminino (cerca de 25% contra 16% no género masculino). Estas alterações comprovam a obstrução nas vias aéreas típica dos idosos.

Dos resultados alcançados nas amostras, verificou-se que o DEMI diminuiu com a idade em ambos os géneros, compatível com a diminuição da expansibilidade torácica (o mesmo será dizer, com o aumento da rigidez torácica) e com a diminuição do VEMS (ou seja, com a diminuição da sua *compliance*). A diminuição deste parâmetro (valor espirométrico mais dependente da colaboração do indivíduo) é muito semelhante em ambos os géneros (35,77% e 36,17% no género feminino e masculino, respectivamente), o que provavelmente exclui a não colaboração dos indivíduos como factor de influência nos resultados. Também o grau de correlação do DEMI com a idade é aproximadamente igual em ambos os géneros. Este parâmetro foi a variável espirométrica que demonstrou maior diferença entre os grupos, em ambos os géneros, o que não vai de encontro à estabilização ou apenas ligeira redução defendida por Ide<sup>6</sup>.

A redução do DEM25-75 foi aproximadamente de 30%, quer nos homens idosos quer nas mulheres da mesma faixa etária, sendo a correlação com a idade ligeiramente maior no género masculino. Estes resultados comprovam, mais uma vez, a diminuição do diâmetro médio das pequenas vias aéreas respiratórias.

Obtivemos uma VMV superior no grupo dos jovens adultos em relação aos idosos em ambos os géneros. Um aumento da idade provoca, então, uma diminuição da ventilação máxima voluntária. A determinação da

males, as was the difference between the two samples.

These slight differences between males and females underpin the role gender plays in the degenerative process of lung function. We were aware of this pre-study; hence we chose to sort the sample into genders. However, other authors' findings contradict ours<sup>2,5-6</sup>; showing a worse lung performance in elderly males. BMI was slightly greater in the female elderly group, something which could have impacted on the results, but we feel it is not enough to explain the gender difference found. Equally so, abdominal girth could not have been the reason; in the elderly group it was very similar in both genders. The slightly higher body weight seen in the male elderly group could have caused differences between the genders but in the opposite sense to that seen.

The mean age difference seen in male and female elderly subjects was  $4.38 \pm 2.76$  years old. Female elderly subjects had a higher mean, which could explain the difference between the genders. Ide<sup>6</sup> says, however, that "healthy elderly males lose lung function more rapidly in absolute terms than healthy elderly females", so even with this mean age difference between the genders, a similar lung deterioration in both genders or even slightly greater in males is to be expected. These results could be due to the mean height of males being greater than the mean height of females; there was a gender difference of around 10 cm, the greatest difference seen in the base characteristics of male and female elderly subjects. The greater difference in abdominal girth in female adults and elderly could have mirrored the greater decline in lung

variabilidade da VMV em detrimento da variabilidade da idade é maior nos indivíduos femininos, ainda que em ambos os géneros a correlação não seja muito forte, como foi referido (28,09% e 24,21% para o género feminino e masculino, respectivamente). A redução referida, superior no género feminino, é compatível com a diminuição da *compliance* torácica, que, em parte, lhe deu origem e é muito aproximada à redução de 30% defendida por Ide<sup>6</sup> (32,39% e 18,56% no género feminino e masculino, respectivamente).

No presente estudo, o género feminino, em geral, apresentou as medidas estáticas e dinâmicas da função pulmonar mais deterioradas com a idade e mais correlacionadas com a mesma: a correlação média dos parâmetros espirométricos foi, no género feminino, de 25,62%, e de 22,45% no género masculino (diferença média de 3,17%). As reduções médias dos parâmetros espirométricos entre as duas amostras foram de 32,24% e 24,77% no género feminino e masculino, respectivamente. Também em relação à expansibilidade torácica, a correlação com a idade foi em maior grau no género feminino, tal como a diferença entre as duas amostras.

Estas diferenças entre os indivíduos masculinos e femininos, embora não muito elevadas, apontam para uma influência do género no processo degenerativo da função pulmonar. A mesma era já conhecida aquando do início da realização do estudo, daí se ter optado pela divisão da amostra em géneros. No entanto, opostamente ao que o trabalho realizado evidencia, outros autores afirmam<sup>2,5-6</sup> uma pior *performance* respiratória nos idosos masculinos. O IMC, com média ligeiramente superior nos idosos do género feminino, embora pudesse de facto ter influenciado os resultados, pensa-se não ser suficiente para explicar

function seen in females. This difference was 24.15 cm as opposed to 8.22 cm in males.

The Britto *et al*<sup>7</sup> study, in which they performed a series of lung comparisons between elderly and adults using body plethysmography, refuted the hypothesis of age impacting on lung function. Our study shows the opposite. Our concern was with control of the variables such as the collaboration of the individual, BMI, abdominal girth and undertaking physical exercise; the variation in these could have impacted on the results, although we do not think them of great weight.

We suggest that future studies should evaluate maximum respiratory pressure in healthy adults and elderly subjects to assess progression of muscular strength and endurance with age. It is to be expected that these values decrease with age, thus proving the weakening of the respiratory system sketched in our study.

### Acknowledgements

Thanks go to my project supervisor Professor Paulo Viana for his help during the project's development.

I also thank several institutions for their help, particularly the Lar da Terceira Idade de S. João da Pesqueira, Centro de Dia de Ervedosa do Douro and Centro de dia – Centro Paroquial de S. Tomé, in Paranhos, Porto, in allowing data collection and thus providing technical assistance with this study.

I further thank ESTSP for providing the spirometer, filters and mouthpieces and for spirometry data collection and for providing a Cardiopulmonology Laboratory for

esta diferença encontrada entre os géneros. O efeito também não terá sido do perímetro abdominal, por este, no grupo dos idosos, ser muito semelhante nos dois géneros. A média do peso corporal ligeiramente maior nos idosos masculinos poderia determinar diferenças entre os géneros, mas no sentido contrário ao verificado. A diferença da média das idades entre os idosos de ambos os géneros é de  $4,38 \pm 2,76$  anos, com média superior nos idosos do género feminino, o que poderia então explicar a diferença entre os géneros. No entanto, se, segundo Ide<sup>6</sup>, “os homens idosos saudáveis têm perda na função pulmonar numa taxa mais rápida, em termos absolutos, quando comparados com as mulheres idosas saudáveis”, mesmo com esta diferença média de idade entre os géneros seria esperada uma deterioração pulmonar semelhante entre os géneros ou até ligeiramente maior no género masculino. Provavelmente, estes resultados devem-se ao facto de a média das alturas dos homens ser superior à média das alturas das mulheres (diferença de cerca de 10 cm entre os géneros; maior diferença encontrada nas características basais entre idosos masculinos e femininos). No entanto, a maior diferença do perímetro abdominal entre jovens adultos e idosos no género feminino poderia ter mimetizado a maior deterioração da função pulmonar encontrada no género feminino. Esta diferença foi de 24,15 cm, contra 8,22 cm no género masculino.

No trabalho realizado por Britto *et al*<sup>17</sup>, no qual se efectuaram várias comparações pulmonares entre idosos e adultos por pletismografia corporal, a hipótese de investigação acerca da influência da idade na função respiratória foi refutada. Opostamente, neste trabalho, a mesma é, com base nestes resultados, subscrita. No entanto, apesar de ter sido preocupação o con-

performing tests on some members of the sample.

Thank you to all those who contributed.

trola de variáveis, como a colaboração do indivíduo, IMC, perímetro abdominal e prática de exercício físico, a variabilidade das mesmas poderá ter influenciado os resultados, embora se pense ter sido de pouca relevância.

Para estudos futuros sugere-se a avaliação das pressões respiratórias máximas em adultos e idosos saudáveis, de forma a avaliar a progressão da força e de *endurance* muscular com a idade cronológica. Espera-se que estas variáveis tenham valores diminuídos nos idosos, comprovando, assim, o enfraquecimento do sistema respiratório adivinhado por este estudo.

### **Agradecimentos**

Quero agradecer ao meu orientador de projecto, o Professor Paulo Viana, por se ter mostrado tão disponível durante todo o processo de desenvolvimento do mesmo.

Grata estou também pela cooperação de várias instituições, nomeadamente do Lar da Terceira Idade de S. João da Pesqueira, do Centro de Dia de Ervedosa do Douro e do Centro de Dia – Centro Paroquial de S. Tomé, em Paranhos, no Porto, cujos representantes autorizaram a recolha de dados, contribuindo tecnicamente para a realização do trabalho.

Agradeço ainda à ESTSP por ter cedido o espirómetro, filtros, bucais e usados para recolha dos dados espirométricos e, ainda, pela disponibilização do laboratório de cardiopneumologia para realização dos exames a alguns dos elementos da amostra.

Obrigada a todos pelo contributo!



## Anexo I

### Questionário para inclusão dos sujeitos na pesquisa

Código do indivíduo \_\_\_\_\_

Raça  Negra  
 Caucasiana  
 Outra \_\_\_\_\_

Género  Masculino  
 Feminino

Data nascimento \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ (\_\_\_ anos)    Peso \_\_\_ kg    Altura \_\_\_ cm

Nacionalidade \_\_\_\_\_

Local residência  Cidade  
 Campo

Profissão (exposição ocupacional) \_\_\_\_\_

Exposição a poluentes tóxicos  Mínima  
 Ligeira  
 Moderada  
 Elevada

Quanto ao grau de actividade física  Inactivo  
 Ocasional  
 Moderado/Vigoroso

História clínica:

Doenças respiratórias

Sim Qual/quais: \_\_\_\_\_  
 Não

Doenças cardiovasculares (ex: HTA, IC, doença coronária)

Sim Qual/quais: \_\_\_\_\_  
 Não

Doenças neuromusculares ou articulares (lordose, cifose, escoliose, outras)

Sim Qual/quais: \_\_\_\_\_  
 Não

Patologias respiratórias, cardiovasculares anteriores/antigas/infância

Sim Qual/quais: \_\_\_\_\_  
 Não

Tumores pulmonares/laringe

- Sim Qual/quais: \_\_\_\_\_  
 Não

Perturbações metabólicas

- Acidose  
 Diabete *mellitus*. Tipo: \_\_\_\_\_  
 Uremia

Lesão/patologia SNC ou SNP

- Doença bulbo  
 Encefalites  
 HTC (hipertensão cerebral)  
 AVC  
 Poliomielite  
 Esclerose lateral amiotrófica  
 Fractura coluna

Intervenções cirúrgicas anteriores

- Sim Qual/quais: \_\_\_\_\_  
 Não

História familiar/doenças familiares: \_\_\_\_\_

- Fumador activo  
 Ex-fumador → Tempo sem fumar \_\_\_\_\_  
 Fumador passivo  
 Alcoolismo

Sintomas/sinais respiratórios

- Dispneia  
 Tosse  
 Escarro (expectoração)  
 Hemoptises  
 Sibilos  
 Dor torácica/peito  
 Anorexia  
 Vômita (colecção de pus)  
 Dificuldade respiratória  
 Cianose  
 Astenia (cansaço)  
 Sintomas asmáticos  
 Alergias  
 Outros: \_\_\_\_\_

Medicação: \_\_\_\_\_

## Anexo II

### Explicações e esclarecimentos ao sujeito de pesquisa

1. *Justificativa e objectivos da pesquisa/procedimentos utilizados:* O envelhecimento acarreta alterações morfofisiológicas em todo o organismo, que associadas a estilos de vida menos saudáveis aumentam a propensão para a doença e o aumento do risco de morte. O declínio do sistema pulmonar é das alterações degenerativas mais precoces, devido à maior exposição a poluentes ambientais ao longo dos anos.  
As múltiplas alterações morfológicas pulmonares imputáveis ao decorrer dos anos, ao se repercutirem nas áreas funcionais das vias aéreas e do pulmão profundo, afectam a função respiratória sob vários ângulos. O conhecimento dessas mudanças inerentes ao envelhecimento contribui para a detecção e prevenção de disfunções respiratórias em idosos. É, assim, baseado nestes pressupostos que, através dos testes respiratórios que irá realizar (espirometria e cirtometria) procuraremos investigar/comprovar a tradução do envelhecimento a nível da função pulmonar, por objectivação de modificações dos vários parâmetros avaliados (volumes estáticos e dinâmicos e expansibilidade torácica). Com o objectivo de alcançar conclusões fiáveis, é necessário controlar certas variáveis, sob pena de interferirem nos resultados, e por isso se justifica o questionário (anónimo) que lhe será feito e a medição da circunferência abdominal.
2. Poderá ter acesso, em qualquer momento, a informações sobre procedimentos e objectivos da pesquisa, bem como aos resultados dos exames por si efectuados, inclusive esclarecer eventuais dúvidas.
3. Tem liberdade de retirar o seu consentimento, a qualquer momento, e de deixar de participar no estudo, sem qualquer prejuízo inerente.
4. Garante-se a confidencialidade, o sigilo e a privacidade dos resultados obtidos.

## Anexo III

### Termo de consentimento livre e esclarecido (consentimento pós esclarecimento)

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar no presente protocolo de pesquisa.

Data \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(sujeito de pesquisa)

\_\_\_\_\_  
(pesquisador)

Código do indivíduo: \_\_\_\_\_

## Appendix I

### Inclusion questionnaire

Individual code \_\_\_\_\_

Race  Black  
 Caucasian  
 Other \_\_\_\_\_

Gender  Male  
 Female

Date of birth \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ (\_\_\_ years)    Weight \_\_\_ kg    Height \_\_\_ cm

Nationality \_\_\_\_\_

Place of residence  City  
 Country

Profession (occupational exposure) \_\_\_\_\_

Exposure to toxic pollutants  Minimum  
 Light  
 Moderate  
 High

Level of physical activity  Inactive  
 Occasional  
 Moderate/Vigorous

Clinical history:

Respiratory diseases

Yes which: \_\_\_\_\_  
 No

Cardiovascular diseases (e.g. HTA, CI, coronary disease)

Yes which: \_\_\_\_\_  
 No

Neuromuscular or joint diseases (lordosis, kyphosis, scoliosis, others)

Yes which: \_\_\_\_\_  
 No

Prior/old/childhood respiratory, cardiovascular pathologies

Yes which: \_\_\_\_\_  
 No

# EFEITOS DO ENVELHECIMENTO CRONOLÓGICO NA FUNÇÃO PULMONAR. COMPARAÇÃO DA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA ENTRE ADULTOS E IDOSOS SAUDÁVEIS

Susana Ruivo, Paulo Viana, Cristiana Martins, Cristina Baeta

## Lung /laryngeal tumours

- Yes which: \_\_\_\_\_  
 No

## Metabolic imbalances

- Acidosis  
 Diabetes Mellitus. Type: \_\_\_\_\_  
 Uraemia

## CNS or PNS damage/pathology

- Bulbar disease  
 Encephalitis  
 CHT (Cerebral Hypertension)  
 AVC  
 Poliomyelitis  
 Amyotrophic Lateral Sclerosis  
 Fracture of the spine

## Prior surgery

- Yes which: \_\_\_\_\_  
 No

Family history/family diseases: \_\_\_\_\_

- Smoker  
 Ex-smoker → Last smoked \_\_\_\_\_  
 Passive smoker  
 Alcoholism

## Respiratory symptoms/signs

- Dyspnoea  
 Cough  
 Phlegm  
 Haemoptysis  
 Wheeze  
 Chest pain  
 Anorexia  
 Expectoration of pus  
 Respiratory difficulty  
 Cyanosis  
 Asthenia (tiredness)  
 Asthma symptoms  
 Allergies  
 Others: \_\_\_\_\_

Medication: \_\_\_\_\_



## Appendix II

### Explanations and clarification given to the research subject

1. Justification and aims of the research/procedures used: Aging brings about morpho-physiological changes in the organism as a whole. In association with a less healthy lifestyle they heighten propensity to disease and increase the risk of death. Decline in lung function is one of the earliest degenerative abnormalities to onset, caused by exposure to environmental pollutants over the years.  
The multiple lung morphology changes brought on by aging impact on the functioning of the airway and the deep lung, and have a multifaceted affect on lung function. Knowledge of these age-related changes aids in the detection and prevention of lung dysfunction in the elderly. Thus, based on these presuppositions, we will perform lung function tests and expansion of the chest measurement to investigate/show the effect aging has on the lung, by showing the changes brought to the several parameters evaluated (static and dynamic volume and expansion of the chest). We aim to reach viable conclusions, so it is necessary to manage certain variables which might otherwise distort the results, reason for which we will use an anonymous questionnaire and measure abdominal girth.
2. Subjects will have permanent access to information on the research's proceedings and aims as well as the results of exams they have undergone, and clarification of any doubts.
3. Subjects may withdraw their consent at any time and drop out of the study, with no further repercussions.
4. Subjects are guaranteed full confidentiality of the results gleaned.

## Appendix III

### Free, informed consent form (consent after being informed)

I declare that after being informed by the researcher and understanding that of which I was informed, I consent to take part in this research project.

Date \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(research subject)

\_\_\_\_\_  
(researcher)

Individual code: \_\_\_\_\_

## Bibliografia/Bibliography

1. Cordeiro R. Pneumologia fundamental. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal, 1995.
2. Timo I. Fisiologia do envelhecimento. In: Andy Petroianu; Luiz Gonzaga Pimenta. (Org.), Cirurgia & Clínica Geriátrica 1999; 1:54-64.
3. Faria AC, *et al.* Alterações anatómicas e fisiológicas do envelhecimento – Grandes síndromes geriátricas ([www.ciape.org.br/matdidatico/anacristina/alteracoes\\_anatomicas.rt](http://www.ciape.org.br/matdidatico/anacristina/alteracoes_anatomicas.rt)) (26 de Janeiro de 2007).
4. Couto A, Ferreira R. Estudo funcional respiratório, Lidel – Edições Técnicas, Lda, Lisboa, Portugal, 2004.
5. Belini M. Força muscular respiratória em idosos submetidos a um protocolo de cinesioterapia respiratória em imersão e em terra, Monografia do curso de fisioterapia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade, Panamá, Brasil, 2004.
6. Ide M. Estudo comparativo dos efeitos de um protocolo de cinesioterapia respiratória desenvolvido em dois diferentes meios, aquático e terrestre, na função respiratória de idosos, dissertação apresentada ao programa de fisiopatologia experimental para obtenção do título de mestre em ciências; Faculdade de Medicina de São Paulo, Brasil, 2004.
7. Pereira D, *et al.* Envelhecimento normal, graduação em medicina. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004 (<http://www.ccs.ufsc.br/~med7002>) (3 de Março de 2007).
8. Pinto P. Adaptações do aparelho respiratório ao exercício físico – Influência do envelhecimento, Rev Port Pneumol 1999; 3:321-328.
9. Rasslan Z, *et al.* Evaluation of pulmonary function in class I and II obesity, J Bras Pneumol 2004; 30(6):508-514.
10. Santana H, *et al.* Relation between body composition, fat distribution and lungs function in elderly men, American Journal of Clinical Nutrition 2001; 73:827-831.
11. Enright PL. Longitudinal changes of body mass index, spirometry and diffusion in a general population, Cardiovascular Health Study Coordinating Center (<http://ajrcm.atsjournals.org/cgi/content/abstract/149/2/430>) (7 de Janeiro de 2007).
12. Goaya W, *et al.* Body fat distribution, body composition and respiratory function in elderly men, American Journal of Clinical Nutrition 2005; 82:996-1003.
13. Groeller H, *et al.* The impact of ageing and habitual physical activity on static respiratory work at rest and during exercise. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol 2003; 10.
14. Goodwin J, *et al.* Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. 2006; 1:253-260.
15. American Thoracic Society. Standardization of spirometry. Am J Respir Crit Care Med 2005; 26:319-338.
16. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects; Adopted by the 18th WMA General Assembly Helsinki, Finland, June 1964 and amended by the 52nd WMA General Assembly, Edinburgh, Scotland, October 2000.
17. Britto RR, *et al.* Comparação do padrão respiratório entre adultos e idosos saudáveis, Revista Brasileira de Fisioterapia 2005; 9(3):281-287.